



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 27 206 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
B 60 T 8/48
B 60 T 8/36
B 60 T 13/66
B 60 K 28/16
B 60 L 7/24

②① Aktenzeichen: P 43 27 206.1
②② Anmeldetag: 13. 8. 93
④③ Offenlegungstag: 16. 2. 95

DE 43 27 206 A 1

⑦① Anmelder:
ITT Automotive Europe GmbH, 60488 Frankfurt, DE

⑦② Erfinder:
Feigel, Hans-Jörg, Dipl.-Ing. Dr., 61191 Rosbach, DE;
Neumann, Ulrich, Dipl.-Ing. Dr., 64380 Roßdorf, DE;
Schiel, Lothar, Dipl.-Ing., 65719 Hofheim, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

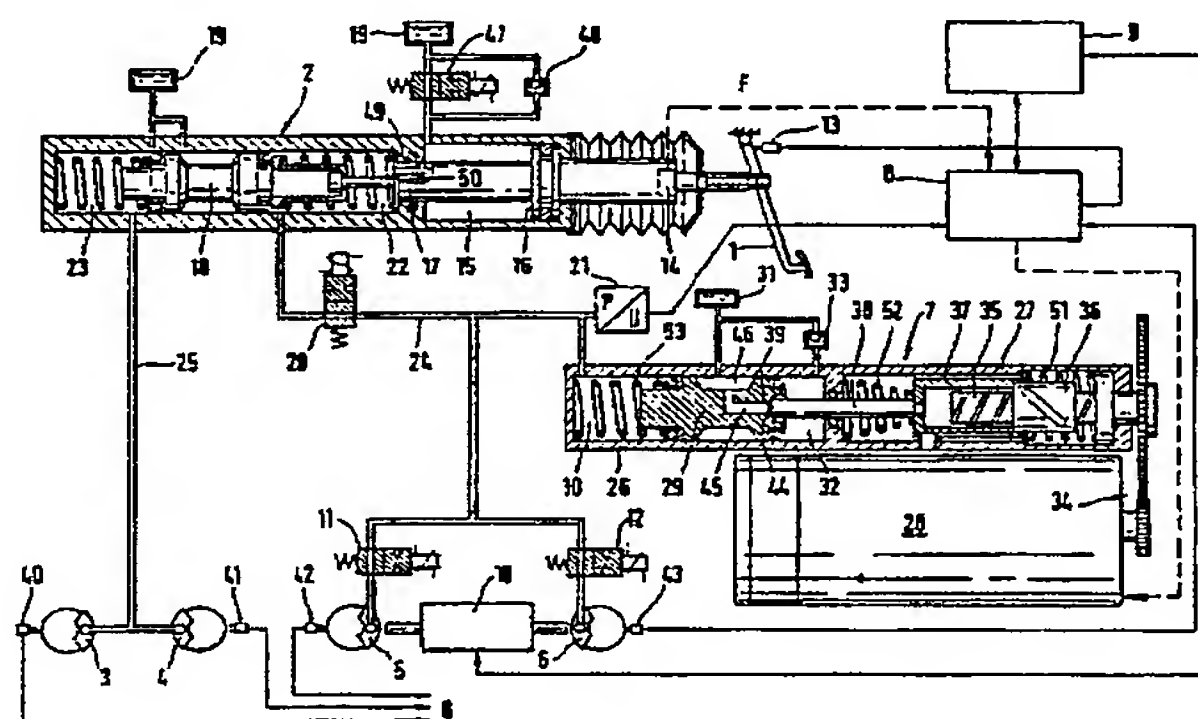
DE	35 18 715 C2
DE	23 31 458 C2
DE	42 27 440 A1
DE	42 25 080 A1
DE	41 38 027 A1
DE	41 24 496 A1
DE	41 24 241 A1
DE	41 12 137 A1
DE	40 39 661 A1
DE	40 11 329 A1
DE	39 33 635 A1

DE-OS	25 45 542
DE-OS	17 88 077
GB	21 00 816 A
US	51 63 744
EP	02 92 648 A2

⑤④ Blockiergeschützte Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit elektrischem Antrieb

⑤⑦ Es wird eine Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit elektrischem Antrieb mit einem hydraulischen Druckgeber vorgeschlagen, die zur Erhöhung der vom elektrischen Antriebsmotor aufgebrauchten Bremswirkung hydraulische Reibungsbremsen benutzt, die an eine elektrisch ansteuerbare Hilfsdruckquelle angeschlossen sind. Die Zusammenwirkung des elektrischen Antriebsmotors mit den hydraulischen Reibungsbremsen wird von einem elektronischen Regler gesteuert.

Um die Betriebssicherheit der Bremsanlage zu erhöhen, indem bei einem Ausfall des elektronischen Reglers bzw. der gesamten Kraftfahrzeugelektrik ein hydraulischer Druckaufbau in den der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen ermöglicht wird, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß zwischen dem Druckgeber (2) und dem der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen (5, 6) eine absperrbare hydraulische Verbindung (24) vorgesehen ist.



DE 43 27 206 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 12. 94 408 067/276

11/33

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine blockiergeschützte Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit elektrischem Antrieb und einer angetriebenen und einer nicht angetriebenen Achse, bestehend aus:

- a) einem mittels eines Bremspedals betätigbaren Druckgeber, an den sowohl auf die angetriebene als auch auf die nicht angetriebene Achse wirkende Reibungsbremsen angeschlossen sind;
- b) einer hydraulischen Hilfsdruckquelle, an die die auf die angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen über elektrisch umschaltbare Trennventile angeschlossen sind und die durch einen elektrisch betätigbaren Hydraulikzylinder gebildet ist;
- c) einem elektro-regenerativen Bremssystem, das den elektrischen Antriebsmotor des Kraftfahrzeuges zur Abbremsung und Energierückgewinnung nutzt;

sowie

- d) einem elektronischen Regler, der Informationen über den Betätigungszustand des Druckgebers, den durch die Betätigung hervorgerufenen Bremsdruck und die Fahrzeuggeschwindigkeit erhält und zur Steuerung sowohl des Antriebsmotors als auch der auf die angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen auswertet.

Eine derartige Bremsanlage ist z. B. aus der DE-41 24 496 A1 bekannt. Bei der vorbekannten Bremsanlage ist ein einkreisiger, pedalbetätigter Hauptzylinder vorgesehen, an den die der nicht angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen unmittelbar und die der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen unter Zwischenschaltung eines hydraulischen, stromlos geschlossenen (SG) 2/2-Wegeventils sowie je einer Druckregleinheit angeschlossen sind. Die der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen stehen außerdem mit einer hydraulischen Hilfsdruckquelle in Verbindung, während Drucksensoren vorgesehen sind, die die in den Reibungsbremsen angesteuerten Drücke erfassen. Außerdem ist zur Erkennung eines Fahrerverzögerungswunsches ein Pedalstellungsgeber vorgesehen.

Als nachteilig wird bei der vorbekannten Bremsanlage die Tatsache empfunden, daß bei einem Ausfall des elektronischen Reglers bzw. der Fahrzeugelektrik kein hydraulischer Druck in den der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen aufgebaut werden kann. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß bei einem Ausfall des der nicht angetriebenen Achse zugeordneten Bremskreises der Fahrerverzögerungswunsch mit dem Drucksensor nicht erkannt werden kann. Als weniger vorteilhaft anzusehen ist auch die Gefahr einer unregelmäßigen Abbremsung der beiden angetriebenen Räder, die auf eine Druckungleichheit, verursacht z. B. durch eine bleibende Regelabweichung bei radindividueller Druckregelung oder durch eine Drift der Elektronik oder der Drucksensoren, beispielsweise aufgrund von Temperatureinflüssen, zurückzuführen ist. Schließlich kann auch die verhältnismäßig hohe Anzahl der verwendeten Sensoren als nachteilig empfunden werden, die weitere mögliche Fehlerquellen darstellen.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die Betriebssicherheit der Bremsanlage der eingangs ge-

nannten Art zu erhöhen, indem bei einem Ausfall des elektronischen Reglers bzw. der gesamten Kraftfahrzeugelektrik ein hydraulischer Druckaufbau in den der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen ermöglicht wird. Gleichzeitig soll ein preisgünstig herstellbares ABS/ASR-System entwickelt werden, bei dem die Zahl der erforderlichen Sensoren sowie Ventile verringert werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zwischen dem Druckgeber und den der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen eine absperrbare hydraulische Verbindung vorgesehen ist, die vorzugsweise mittels eines elektromagnetisch betätigbaren, stromlos offenen 2/2-Wegeventils absperrbar ist. Durch diese Maßnahme wird erreicht, daß bei einem Ausfall der Kraftfahrzeugelektrik bzw. -elektronik beide der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen, die nicht mehr elektrohydraulisch (brake-by-wire) betätigbar sind, direkt durch den Fahrer betätigt werden können. Dabei ist es sinnvoll, wenn der Druckgeber als ein zweikreisiger Hauptbremszylinder, vorzugsweise als Tandemhauptzylinder ausgeführt ist, an dessen ersten Druckraum die auf die angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen und an dessen zweiten Druckraum die auf die nicht angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen angeschlossen sind. Diese Maßnahme ermöglicht eine einkanalige Multiplex-Regelung des Bremsdruckes an der nicht angetriebenen Achse mittels der hydraulischen Hilfsdruckquelle.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes besteht darin, daß dem Druckgeber eine hydraulische Kammer vorgeschaltet ist, die mit einem drucklosen Druckmittelvorratsbehälter verbunden und durch einen Sperrkolben begrenzt ist, der einerseits mit dem Bremspedal und andererseits mit einem den ersten Druckraum begrenzenden Sperrkolben in kraftübertragender Verbindung steht, wobei die Verbindung zwischen Kammer und Druckmittelvorratsbehälter mittels eines Absperrventils absperrbar ist. Das Absperrventil ist vorzugsweise als ein elektromagnetisch betätigbares 2/2-Wegeventil ausgebildet. Durch ein Absperrventil in einem ABS-Regelfall wird verhindert, daß eine weitere Erhöhung des im Hauptbremszylinder eingesteuerten Druckes durch eine Erhöhung der Betätigungskraft stattfinden kann. Außerdem wird dadurch das Bremspedal von der Bremsanlage abgekoppelt, so daß keine Übertragung von in einem ABS-Regelfall auftretenden Schwingungen auf das Bremspedal möglich ist.

Eine besonders kompaktbauende Ausführung des Druckgebers wird bei einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung dadurch erreicht, daß die Kammer als Nachlaufraum des ersten Druckraumes dient und daß dem Absperrventil ein zur Kammer hin öffnendes Rückschlagventil parallelgeschaltet ist. Dabei ist es besonders vorteilhaft, wenn der den ersten Druckraum begrenzende Kolben als Tauchkolben ausgebildet und durch eine axiale Verlängerung des Sperrkolbens gebildet ist.

Zur Erkennung eines Fahrerverzögerungswunsches sieht eine weitere vorteilhafte Variante des Erfindungsgegenstandes vor, daß ein die auf das Bremspedal einwirkende Betätigungskraft erfassender Kraftsensor vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal als Führungsgröße für die Ansteuerung der Hilfsdruckquelle dem elektronischen Regler zugeführt wird.

Um die Hilfsdruckquelle in einem ABS-Regelfall gleichzeitig als Druckmodulator verwenden zu können,

sieht eine vorteilhafte Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes vor, daß die Hilfsdruckquelle aus einem hydraulischen Hilfszylinder sowie einer elektromotorisch betätigbaren Antriebseinheit besteht. Die Antriebseinheit ist dabei vorzugsweise durch einen Spindel-Mutter-Trieb gebildet, dessen Mutter mittels einer Kraftübertragungshülse mit einem Betätigungselement verbunden ist, das in kraftübertragender Verbindung mit einem Hilfskolben des Hilfszylinders steht.

Eine weitere Verbesserung der Funktion der erfindungsgemäßen blockiergeschützten Bremsanlage wird bei einer weiteren Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes dadurch erreicht, daß der Hilfszylinder als Füllstufenzylinder mit druckgesteuerter Füllstufe ausgebildet ist, wobei der Hilfskolben als Stufenkolben ausgeführt ist und eine zylindrische Bohrung aufweist, in der ein Betätigungskolben geführt ist, der ein Zentralventil betätigt, das in einer Verbindung zwischen dem Druckraum des Hilfszylinders und der Füllstufe angeordnet ist.

Um die thermische und elektrische bzw. energetische Beanspruchung des die Antriebseinheit betätigenden Elektromotors möglichst gering zu halten, sieht eine weitere vorteilhafte Ausgestaltung des Erfindungsgegenstandes vor, daß der Hilfskolben einen hydraulischen absperrbaren Raum begrenzt, der über eine Ventilanordnung mit einem drucklosen Druckmittelvorratsbehälter verbindbar ist. Der Raum ist dabei vorzugsweise über ein zum Druckraum hin öffnendes Rückschlagventil mit dem Druckmittelvorratsbehälter verbunden. Durch das Absperren des erwähnten Druckraumes entsteht eine Haltekraft, die der Kraft einer den Hilfskolben entgegen der Betätigungsrichtung beaufschlagenden Rückstellfeder entgegenwirkt, so daß die von der Rückstellfeder aufgebrachte Kraft auf die Antriebseinheit nicht übertragen werden kann. Die Ventilanordnung kann beispielsweise durch ein elektrisch ansteuerbares Absperrventil gebildet sein.

Bei einer besonders vorteilhaften Weiterbildung des Erfindungsgegenstandes ist die Ventilanordnung jedoch durch einen am Hilfskolben ausgebildeten Dichtsitz sowie das als Ventilschließkörper ausgebildete Ende des Betätigungselementes gebildet, wobei die Verbindung zwischen Druckraum und Druckmittelvorratsbehälter mittels eines im Hilfskolben ausgebildeten Kanals über den Nachlaufraum des Druckraumes erfolgt.

Um schließlich den durch die Hilfsdruckquelle aufgegebenen Druck zu überwachen, ist ein Drucksensor vorgesehen, der den im Druckraum des Hilfszylinders eingesteuerten Druck erfaßt und dessen Ausgangssignal dem elektronischen Regler zugeführt wird.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 ein Schaltbild der erfindungsgemäßen Bremsanlage und

Fig. 2 die erfindungsgemäße Bremsanlage nach Fig. 1, jedoch mit einer modifizierten Hilfsdruckquelle.

Die in der Zeichnung dargestellte Bremsanlage nach der Erfindung ist für ein Fahrzeug mit Vorderradantrieb vorgesehen. Sie besteht aus einem, mittels eines Bremspedals 1 betätigbaren, zweikreisigen Druckgeber bzw. Tandemhauptzylinder 2, der zwei durch zwei Kolben 17, 18 begrenzte, voneinander getrennte Druckräume 22, 23 aufweist. Der erste Druckraum 22 des Tandemhauptzylinders 2 steht mittels einer absperrbaren hydraulischen Leitung 24 in Verbindung mit einer hydraulischen

Hilfsdruckquelle 7, an die der Vorderachse zugeordnete hydraulische Reibungsbremsen 5, 6 angeschlossen sind. Die Räder der Vorderachse werden durch einen elektrischen Antriebsmotor 10 angetrieben, der im Generatorbetrieb ein Bremsmoment erzeugen kann. An den zweiten Druckraum 23 über eine zweite hydraulische Leitung 25 angeschlossene hydraulische Reibungsbremsen 3, 4 sind dabei den Rädern der nicht angetriebenen Fahrzeugachse, gegebenenfalls der Hinterachse, zugeordnet. Die Verbindung zwischen den hydraulischen Reibungsbremsen 5, 6 und der Hilfsdruckquelle 7 erfolgt über elektrisch umschaltbare Trennventile 11, 12, deren Aufgabe im nachfolgenden Text näher erläutert wird. Die erfindungsgemäße Bremsanlage stellt somit ein Verbundbremssystem dar, das ein rekuperatives und reibungsbehaftetes Bremsen ermöglicht. Für diesen Zweck ist der elektrische Antriebsmotor 10 an ein elektronisches Steuergerät 9 angeschlossen, dem Steuersignale eines elektronischen Reglers 8 zugeführt werden, der gemäß eines Fahrerverzögerungswunsches die Zusammenwirkung der hydraulischen Reibungsbremsen 5, 6 mit dem elektrischen Antriebsmotor 10 in Abhängigkeit von Ausgangssignalen eines vom Bremspedal 1 betätigbaren Bremslichtschalters 13 sowie eines Kraftsensors 14 steuert, der die dem Fahrerverzögerungswunsch entsprechende Betätigungskraft erfaßt. In die hydraulische Leitung 24 ist ein elektrisch umschaltbares hydraulisches Sperrventil 20 eingefügt, das ein Absperren des ersten Druckraumes 22 bzw. eine Trennung der Reibungsbremsen 5, 6 sowie der Hilfsdruckquelle 7 vom Tandemhauptzylinder 2 ermöglicht.

Außerdem sind den einzelnen Rädern Radsensoren 40, 41, 42, 43 zugeordnet, deren der Fahrzeuggeschwindigkeit entsprechende Ausgangssignale dem elektronischen Regler 8 als Eingangsgrößen zugeführt werden.

Wie der Zeichnung weiter zu entnehmen ist, ist dem ersten Druckraum 22 des Tandemhauptzylinders 2 eine hydraulische Kammer 15 vorgeschaltet, die im Gehäuse des Tandemhauptzylinders 2 einerseits durch eine Trennwand 49 und andererseits durch einen hydraulischen Sperrkolben 16 begrenzt ist, der in kraftübertragender Verbindung mit dem Bremspedal 1 steht. Die hydraulische Kammer 15 ist über eine Parallelschaltung von zwei Ventilen 47, 48 mit einem dem Tandemhauptzylinder 2 zugeordneten Druckmittelvorratsbehälter 19 verbunden, wobei das erstgenannte Ventil 47 als elektromagnetisch betätigbares hydraulisches 2/2-Wegeventil (Absperrventil) und das zweite Ventil 48 als Rückschlagventil ausgeführt sind. Außerdem dient die hydraulische Kammer 15 als Nachlaufraum für den ersten Druckraum 22 des Tandemhauptzylinders 2, mit dem sie über einen im Kolben 17 ausgebildeten Kanal 50 verbindbar ist.

Die vorhin erwähnte Hilfsdruckquelle 7 besteht aus einem hydraulischen Hilfszylinder 26, einer dem Hilfszylinder 26 wirkungsmäßig vorgeschalteten Antriebseinheit 27 sowie einem mit der Antriebseinheit 27 über ein schematisch angedeutetes Getriebe 34 gekoppelten Elektromotor 28, dem Ansteuersignale des elektronischen Reglers 8 zugeführt werden. Die Antriebseinheit 27 besteht im wesentlichen aus einem Spindel-Mutter-Trieb 35, 36, dessen Spindel 35 vom Getriebe 34 angetrieben wird und die Mutter 36 mittels einer Kraftübertragungshülse 37 mit einem Betätigungselement 38 verbunden ist. Die Kraftübertragungshülse 37 ist mit einer ersten Druckfeder 51 in Eingriff bringbar, die in der Betätigungsrichtung des Hilfszylinders 26 wirkt. Eine zweite Druckfeder 52 spannt die Kraftübertragungshül-

se 37 entgegen der Betätigungsrichtung vor. Das Betätigungselement 38 liegt in der Lösestellung an einem Hilfskolben 29 an, der im Hilfszylinder 26 einen Druckraum 30 begrenzt, an den die vorhin erwähnte Leitung 24 bzw. die hydraulischen Radbremsen 5, 6 sowie ein Drucksensor 21 angeschlossen sind. Für eine sichere Anlage des Hilfskolbens 29 am Betätigungselement 38 sorgt eine im Druckraum 30 angeordnete dritte Druckfeder 53.

An seinem dem Druckraum 30 abgewandten Ende begrenzt der Hilfskolben 29 einen hydraulischen Ringraum 32, der einerseits mit einem Nachlaufraum 46 des Druckraumes 30 verbindbar ist und andererseits über ein Rückschlagventil 33 mit einem weiteren Druckmittelbehälter 31 verbunden ist, mit dem auch der Nachlaufraum 46 in Verbindung steht. Die Verbindung zwischen Nachlaufraum 46 und Ringraum 32 erfolgt vorzugsweise über einen im Hilfskolben 29 ausgebildeten Kanal 45, der durch ein Ventil 39 absperrbar ist. Im dargestellten Beispiel ist das Ventil 39 durch einen am Hilfskolben 29 ausgebildeten Ventilsitz 44 gebildet, der mit dem als Ventilschließkörper ausgebildeten Ende des Betätigungselementes 38 zusammenwirkt. Es ist jedoch auch denkbar, daß Ventil 39 als ein elektrisch ansteuerbares Sperrventil auszubilden.

Bei der in Fig. 2 dargestellten erfindungsgemäßen Bremsanlage findet eine Hilfsdruckquelle 7 Verwendung, deren Hilfszylinder 26 als Füllstufenzylinder mit druckgesteuerter Füllstufe 54 ausgeführt ist. Die Füllstufe 54 ist dabei durch einen Ringraum gebildet, der in einem Abschnitt größeren Durchmessers einer Stufenbohrung 58 des Hilfszylinders 26 durch eine Stufe des als Stufenkolben ausgebildeten Hilfskolbens 29 begrenzt ist. Der Hilfskolben 29 weist dabei vorzugsweise eine zylindrische Bohrung 55 auf, die einerseits über das vorhin erwähnte Ventil 39 mit dem absperrbaren Ringraum 32 und andererseits mit dem Nachlaufraum 46 in Verbindung steht. In der Bohrung 55 ist ein durch eine vierte Druckfeder 59 vorgespannter Betätigungskolben 56 geführt, an dem ein Ventilkörper 60 eines Zentralventils 57 unter Vorspannung einer Ventildfeder 61 axial anliegt. Das Zentralventil 57 ist in einer hydraulischen Verbindung zwischen dem Druckraum 30 des Hauptzylinders 26 und dessen Füllstufe 54 angeordnet und dient der Unterbrechung dieser Verbindung in dem Augenblick, in dem der auf die Stirnfläche des Betätigungskolbens 56 wirkende Füllstufendruck die Kraft der Druckfeder 59 überwindet, so daß der Betätigungskolben 56 zurückfährt und die Ventildfeder 61 den Ventilschließkörper 60 des Zentralventils 57 gegen einen am Hilfskolben 29 ausgebildeten, näher nicht bezeichneten Dichtsitz drückt, wodurch Druckraum 30 und Füllstufe 54 voneinander getrennt werden.

Wird nun ein Bremsvorgang durch Niederdrücken des Bremspedals 1 eingeleitet, bei dem beispielsweise nur 30% der Gesamtbremswirkung benötigt werden, die alleine durch den elektrischen Antriebsmotor 10 aufgebracht werden können, so wird der Betätigungszustand des Bremspedals 1 vom Bremslichtschalter 13 erkannt und dem elektronischen Regler 8 mitgeteilt, dessen Steuersignale ein Umschalten des Sperrventils 20 und dadurch ein Absperren des ersten Druckraumes 22 des Tandemhauptzylinders 2 bewirken. Durch den Kraftsensor 14 erfolgt eine zweite Meldung des Fahrerverzögerungswunsches an den Regler 8, der mit der darin installierten Bremskraftverteilung das gewünschte Bremsmoment an der Vorderachse errechnet. Das errechnete Bremsmoment wird dem Steuergerät 9 zuge-

führt, das den elektrischen Antriebsmotor 10 in den Bremsmodus umschaltet, in dem er in der Lage ist, eine Abbremsung der angetriebenen Räder durchzuführen. Eine Abbremsung der nicht angetriebenen Räder erfolgt in konventioneller Art durch den Druckaufbau im zweiten Druckraum 23 des Tandemhauptzylinders 2 bzw. in den Reibungsbremsen 3, 4.

Zeigt der Kraftsensor 14 an, daß eine größere Bremswirkung als vom Antriebsmotor 10 erbracht wird, vom Fahrer gewünscht wird, so muß die fehlende Differenz zwischen dem gewünschten und dem vom Antriebsmotor 10 aufgebrachten Bremsmoment (das über das Steuergerät 9 dem elektronischen Regler 8 zurückgemeldet wird), über Einregelung des entsprechenden hydraulischen Druckes an den Reibungsbremsen 5, 6 der Vorderachse eingestellt werden.

Dies geschieht durch Einschalten des Elektromotors 28 der Hilfsdruckquelle 7, das einen Druckaufbau im Druckraum 30 des Hilfszylinders 26 zur Folge hat. Dabei wird das Sperrventil 20 wieder umgeschaltet, so daß die hydraulischen Reibungsbremsen 5, 6 vom ersten Druckraum 22 des Tandemhauptzylinders 2 getrennt sind. Der im Druckraum 30 eingesteuerte hydraulische Druck wird vom Drucksensor 21 erfaßt und dem elektronischen Regler 8 gemeldet, durch dessen Steuersignale die Ansteuerung des Elektromotors 28 bzw. seine Stromzufuhr beeinflußt wird. Die in den zu den Reibungsbremsen 5, 6 führenden Leistungsabschnitten eingefügten Trenn- bzw. Multiplexventile 11, 12 bleiben offen.

Ein Druckabbau erfolgt durch Zurückfahren des Hilfskolbens 29, unter Umständen durch aktive Drehrichtungsumkehr des Elektromotors 28. Durch die letztgenannte Maßnahme wird eine Erhöhung der Dynamik des Bremsvorganges erreicht. Eine Druckhaltephase wird erreicht, indem die Trenn- bzw. Multiplexventile 11, 12 in ihre Sperrstellung umgeschaltet werden.

Eine ABS-Regelung wird demnach dreikanalig (Vorderachse — zweikanalig, Hinterachse — einkanalig) im Multiplex-Regelmodus mit den Raddrehzahlsensoren 40, 41, 42, 43 durchgeführt, wobei die Bremsdruckmodulation an der Hinterachse nach dem "select-low"-Prinzip erfolgt.

Droht an der angetriebenen Vorderachse ein Rad zu blockieren, so wird vom elektronischen Regler 8 die Bremsmomentanforderung an den elektrischen Antriebsmotor 10 zurückgenommen und die ABS-Regelung von den Reibungsbremsen 5, 6 übernommen. Zu diesem Zweck wird die hydraulische Kammer 15 durch Umschalten des Absperrventils 47 abgesperrt. Eine radindividuelle Druckregelung wird durch Betätigung der Trenn- bzw. Multiplexventile 11, 12 bzw. ein Zurückfahren des Hilfskolbens 29 erreicht. Wird dagegen eine Blockierneigung an der nicht angetriebenen Hinterachse festgestellt, so wird das Sperrventil 20 geöffnet und die Trenn- bzw. Multiplexventile 11, 12 werden in ihre Sperrstellung geschaltet. Der in den hydraulischen Reibungsbremsen 3, 4 eingesteuerte Druck kann durch Zurückstellen des Schwimmkolbens 18 über die nun offene Verbindung 24 und Zurückstellen des Hilfskolbens 29 gesenkt werden.

Droht beim Antreiben des Fahrzeuges eines der angetriebenen Räder durchzudrehen, so wird das Absperrventil 20 geschlossen, um unter gleichzeitigem Einschalten der Hilfsdruckquelle 7 eine radindividuelle ASR-Regelung mittels der Multiplexventile 11, 12 mit den hydraulisch betätigten Reibungsbremsen 5, 6 durchzuführen. Droht auch das zweite Rad durchzudrehen,

wird eine entsprechende Antriebsmomentreduzierung vom Steuergerät 9 angefordert.

Bei einem Ausfall der Elektronik/Elektrik gehen alle Ventile in den stromlosen Zustand. Dabei werden beide der angetriebenen Fahrzeugachse zugeordneten Reibungsbremsen 5, 6 über die stromlos offenen Ventile 11, 12, 20 mit dem Tandemhauptzylinder 2 verbunden, so daß die gesetzlich geforderten Bestimmungen bei Auswahl der Elektronik erfüllt werden.

Bei einem hydraulischen Ausfall eines Bremskreises kann immer mit dem zweiten Kreis die gesetzlich geforderte Bremswirkung erreicht werden. Bei Ausfall des der Hinterachse zugeordneten hydraulischen Kreises 25 ist durch Verwendung des Kraftsensors 14 sichergestellt, daß über die angetriebene Vorderachse die Bremswirkung "brake-by-wire" erreicht wird.

Bei einem hydraulischen Ausfall des der Vorderachse zugeordneten Bremskreises 24 kann der Fahrer über den der nicht angetriebenen Hinterachse zugeordneten Kreis 25 die Bremswirkung erreichen.

Bezugszeichenliste

1	Bremspedal
2	Tandemhauptzylinder
3	Reibungsbremse
4	Reibungsbremse
5	Reibungsbremse
6	Reibungsbremse
7	Hilfsdruckquelle
8	Regler
9	Steuergerät
10	Antriebsmotors
11	Trennventil
12	Trennventil
13	Bremslichtschalter
14	Kraftsensor
15	Kammer
16	Sperrkolben
17	Kolben
18	Kolben
19	Druckmittelvorratsbehälter
20	Sperrventil
21	Drucksensor
22	Druckraum
23	Druckraum
24	Leitung
25	Leitung
26	Hilfszylinder
27	Antrieb
28	Elektromotor
29	Hilfskolben
30	Druckraum
31	Vorratsbehälter
32	Sperraum
33	Rückschlagventil
34	Getriebe
35	Spindel
36	Mutter
37	Kraftübertragungshülse
38	Betätigungselement
39	Absperrventil
40	Radsensor
41	Radsensor
42	Radsensor
43	Radsensor
44	Ventilsitz
45	Kanal

46	Nachlaufraum
47	Absperrventil
48	Rückschlagventil
49	Trennwand
50	Kanal
51	Druckfeder
52	Druckfeder
53	Druckfeder
54	Füllstufe
55	Bohrung
56	Betätigungskolben
57	Zentralventil
58	Stufenbohrung
59	Druckfeder
60	Ventilschließkörper
61	Ventilfeder

Patentansprüche

1. Blockiergeschützte Bremsanlage für Kraftfahrzeuge mit elektrischem Antrieb und einer angetriebenen und einer nicht angetriebenen Achse, bestehend aus:

a) einem mittels eines Bremspedals betätigbaren Druckgeber, an den sowohl auf die angetriebene als auch auf die nicht angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen angeschlossen sind;

b) einer hydraulischen Hilfsdruckquelle, an die die auf die angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen über elektrische umschaltbare Trennventile angeschlossen sind und die durch einen elektrisch betätigbaren Hydraulikzylinder gebildet ist;

c) einem elektro-regenerativen Bremssystem, das den elektrischen Antriebsmotor des Kraftfahrzeuges zur Abbremsung und Energierückgewinnung nutzt;

sowie

d) einem elektronischen Regler, der Informationen über den Betätigungszustand des Druckgebers, den durch die Betätigung hervorgerufenen Bremsdruck und die Fahrzeuggeschwindigkeit erhält und zur Steuerung sowohl des Antriebsmotors als auch der auf die angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen auswertet, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Druckgeber (2) und den der angetriebenen Achse zugeordneten Reibungsbremsen (5, 6) eine absperrbare hydraulische Verbindung (24) vorgesehen ist.

2. Bremsanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindung (24) mittels eines elektromagnetisch betätigbaren, stromlos offenen (SO) 2/2-Wegeventils (20) absperrbar ist.

3. Bremsanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckgeber (2) als ein zweikreisiger Hauptbremszylinder ausgeführt ist, an dessen ersten Druckraum (22) die auf die angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen (5, 6) und an dessen zweiten Druckraum (23) die auf die nicht angetriebene Achse wirkenden Reibungsbremsen (3, 4) angeschlossen sind.

4. Bremsanlage nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckgeber (2) als Tandemhauptbremszylinder ausgeführt ist.

5. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß dem Druckgeber (2)

eine hydraulische Kammer (15) vorgeschaltet ist, die mit einem drucklosen Druckmittelvorratsbehälter (19) verbunden und durch einen Sperrkolben (16) begrenzt ist, der einerseits mit dem Bremspedal (1) und andererseits mit einem den ersten Druckraum (22) begrenzenden Kolben (17) in kraftübertragender Verbindung steht, wobei die Verbindung zwischen Kammer (15) und Druckmittelvorratsbehälter (19) mittels eines Absperrventils (47) absperrbar ist. 5

6. Bremsanlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Absperrventil (47) als ein elektromagnetisch betätigbares 2/2-Wegeventil ausgebildet ist. 10

7. Bremsanlage nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kammer (15) als Nachlaufraum des ersten Druckraumes (22) dient und daß dem Absperrventil (47) ein zur Kammer (15) hin öffnendes Rückschlagventil (48) parallel geschaltet ist. 15

8. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der den ersten Druckraum (22) begrenzende Kolben (17) als Tauchkolben ausgebildet und durch eine axiale Verlängerung des Sperrkolbens (16) gebildet ist. 20

9. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß ein die auf das Bremspedal (1) einwirkende Betätigungskraft erfassender Kraftsensor (14) vorgesehen ist, dessen Ausgangssignal als Führungsgröße für die Ansteuerung der Hilfsdruckquelle (7) dem elektronischen Regler (8) zugeführt wird. 25

10. Bremsanlage nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Hilfsdruckquelle (7) aus einem hydraulischen Hilfszylinder (26) sowie einer elektromotorisch betätigbaren Antriebseinheit (27) besteht. 30

11. Bremsanlage nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Antriebseinheit (27) durch einen Spindel-Mutter-Trieb (35, 36) gebildet ist, dessen Mutter (36) mittels einer Kraftübertragungshülse (37) mit einem Betätigungselement (38) verbunden ist, das in kraftübertragender Verbindung mit einem Hilfskolben (29) des Hilfszylinders (26) steht. 35

12. Bremsanlage nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfszylinder (26) als Füllstufenzylinder mit druckgesteuerter Füllstufe (54) ausgebildet ist. 40

13. Bremsanlage nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfskolben (29) als Stufenkolben ausgebildet ist und eine zylindrische Bohrung (55) aufweist, in der ein Betätigungskolben (56) geführt ist, der ein Zentralventil (57) betätigt, das in einer Verbindung zwischen dem Druckraum (30) des Hilfszylinders (26) und der Füllstufe (54) angeordnet ist. 45

14. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 10 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Hilfskolben (29) einen hydraulischen absperrbaren Druckraum (32) begrenzt, der über eine Ventilanordnung (39) mit einem drucklosen Druckmittelvorratsbehälter (31) verbindbar ist. 50

15. Bremsanlage nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckraum (32) über ein zum Druckraum (32) hin öffnendes Rückschlagventil (33) mit dem Druckmittelvorratsbehälter (31) verbunden ist. 55

16. Bremsanlage nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilanordnung (39) durch ein elektrisch ansteuerbares Absperrventil gebildet ist.

17. Bremsanlage nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilanordnung (39) durch einen am Hilfskolben (29) ausgebildeten Dichtsitz (44) sowie das als Ventilschließkörper ausgebildete Ende des Betätigungselementes (38) gebildet ist, wobei die Verbindung zwischen Druckraum (32) und Druckmittelvorratsbehälter (31) mittels eines im Hilfskolben (29) ausgebildeten Kanals (45) über den Nachlaufraum (46) des Druckraums (30) erfolgt.

18. Bremsanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, daß ein Drucksensor (21) vorgesehen ist, der den im Druckraum (30) des Hilfszylinders (26) eingesteuerten Druck erfaßt und dessen Ausgangssignal dem elektronischen Regler (8) zugeführt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Fig. 2

